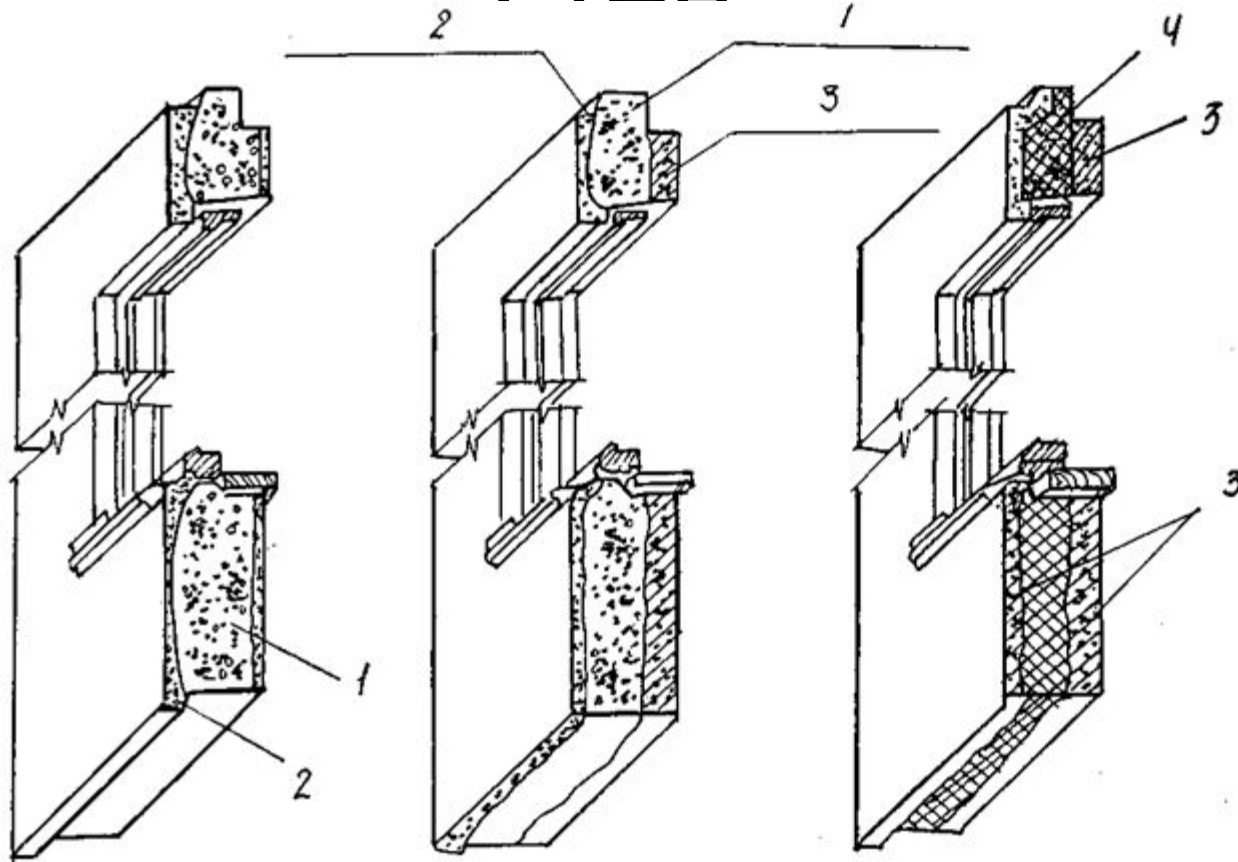


# **Наружные стены**

**Теплотехнический расчет  
наружных ограждающих конструкций**

# Бетонные панели наружных

стен



**а – однослойная; б – двухслойная; в - трехслойная;**  
1 – конструктивно – теплоизоляционный бетон; 2 – защитно –  
отделочный слой; 3 – конструктивный бетон; 4 – эффективный  
утеплитель

# Однослойные панели

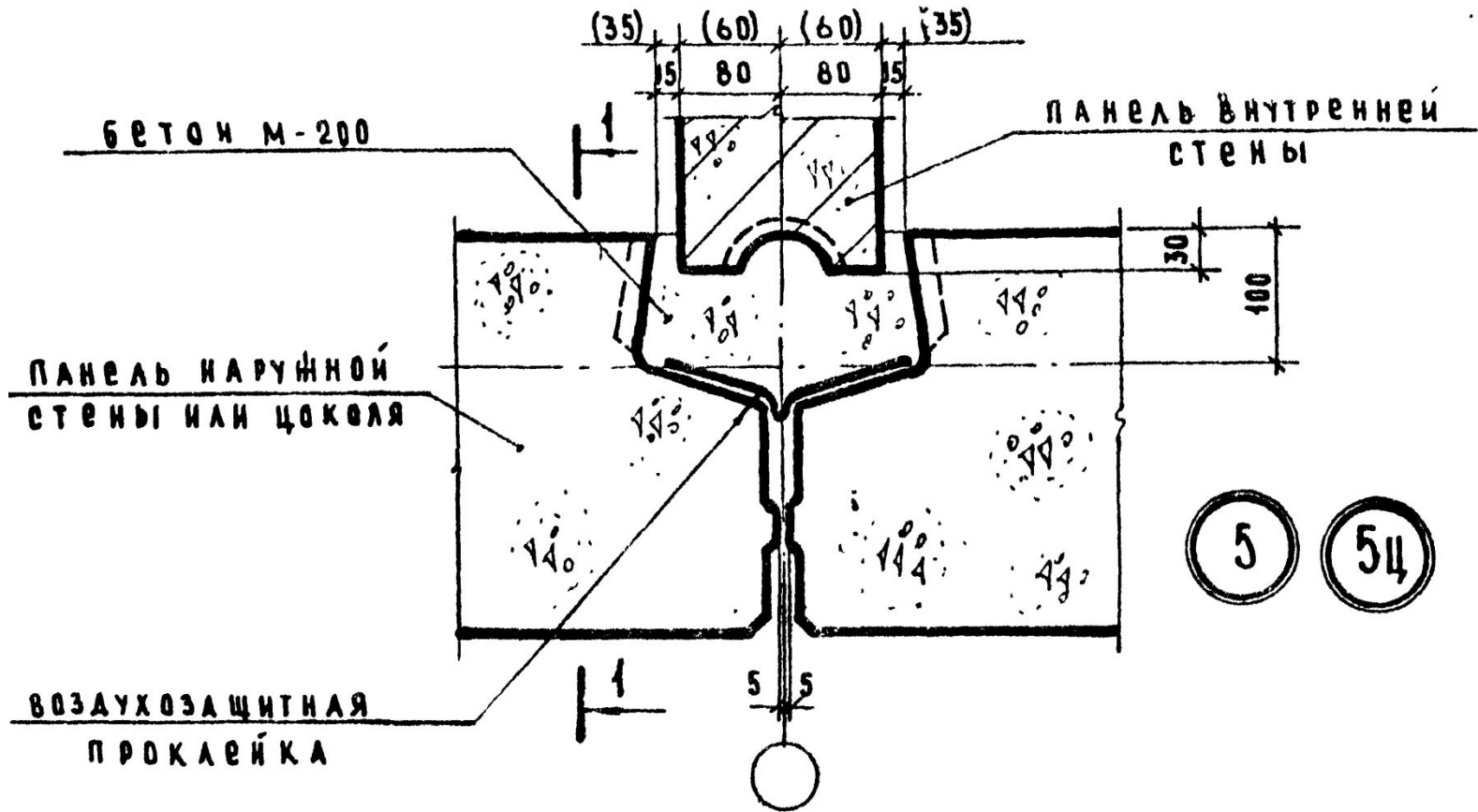
# Типовые серии

- 1.132.1-15 вып.1. Легкобетонные однослойные панели. Высота этажа 3 м, толщина 400 и 450 мм.
- 2.130-1 вып.17. Детали стен и перегородок жилых зданий. Наружные однослойные стены.
- 1.132.1-13 вып.0. Легкобетонные однослойные панели. Высота этажа 2,8 м
- 1.100.1-7 вып.-2-1. Легкобетонные однослойные панели. Высота этажа 2,8 м толщина 400 мм.

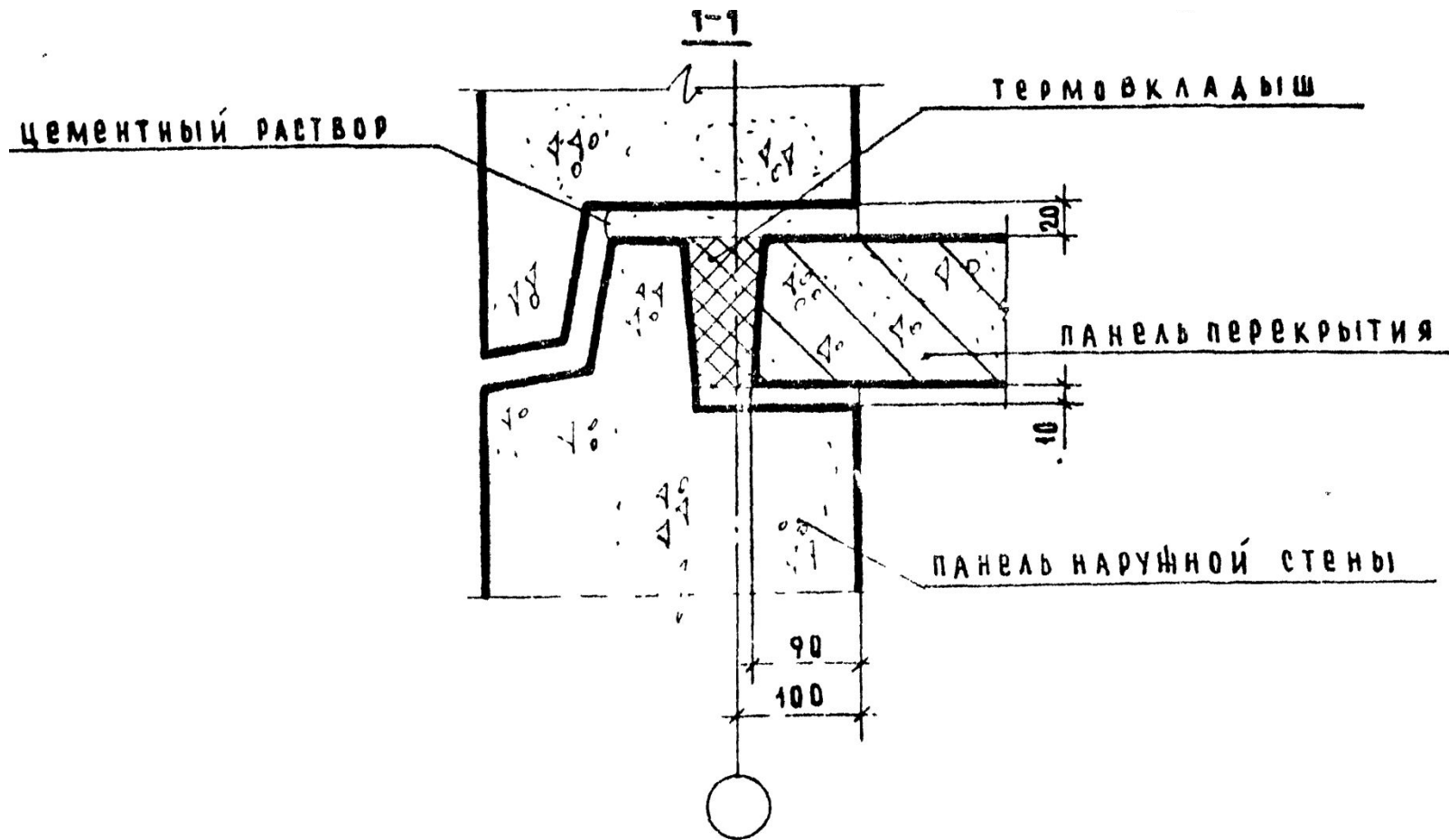
# Конструктивное решение

- Панели выполняются из легкого бетона (керамзитобетонные, газобетонные, пенобетонные)
- Толщина панелей – 350 и 400 мм
- Наружный фактурный слой из цементного раствора -20 мм
- Внутренний отделочный слой толщиной 15 мм

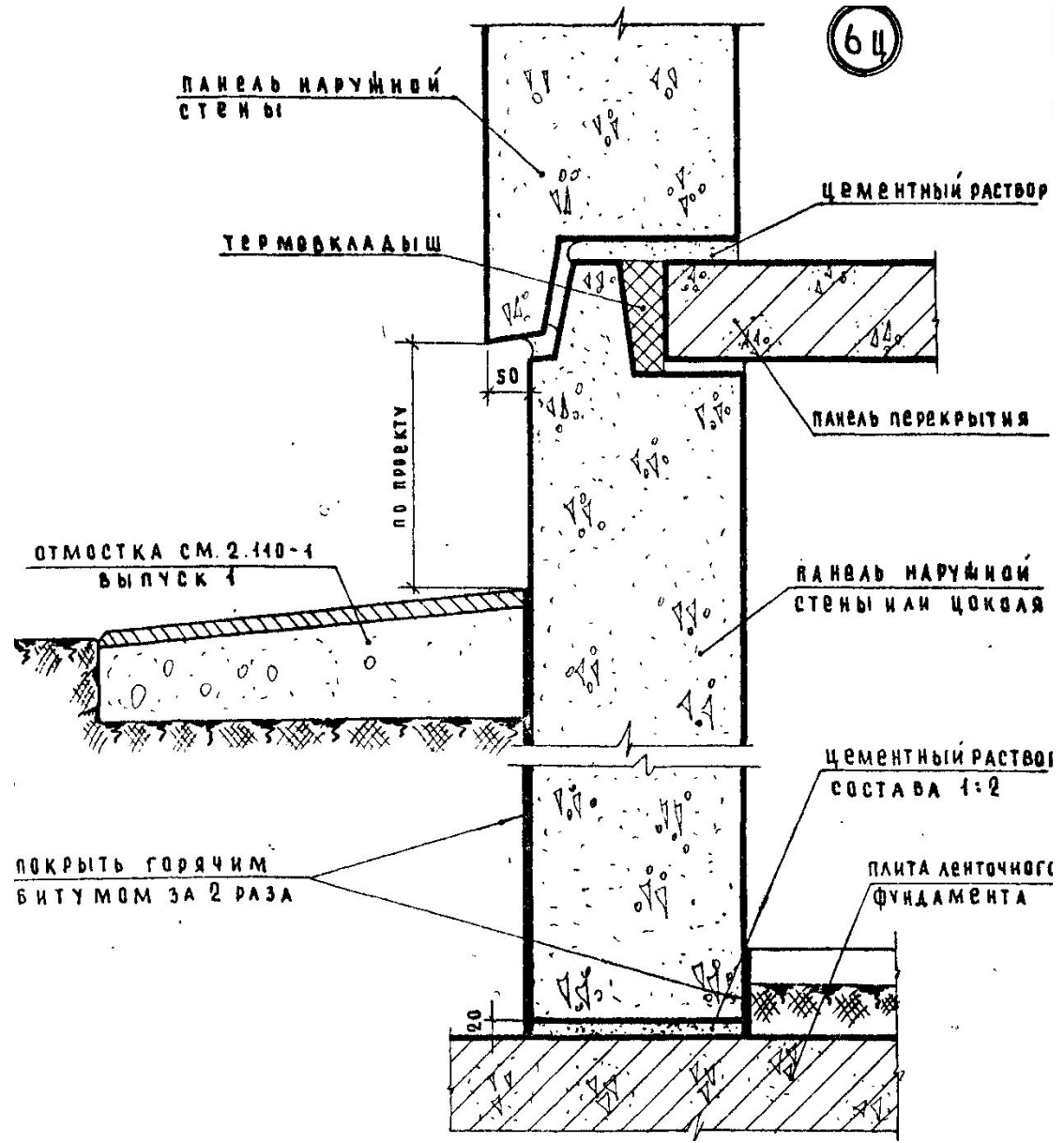
# Вертикальный стык



# Горизонтальный стык

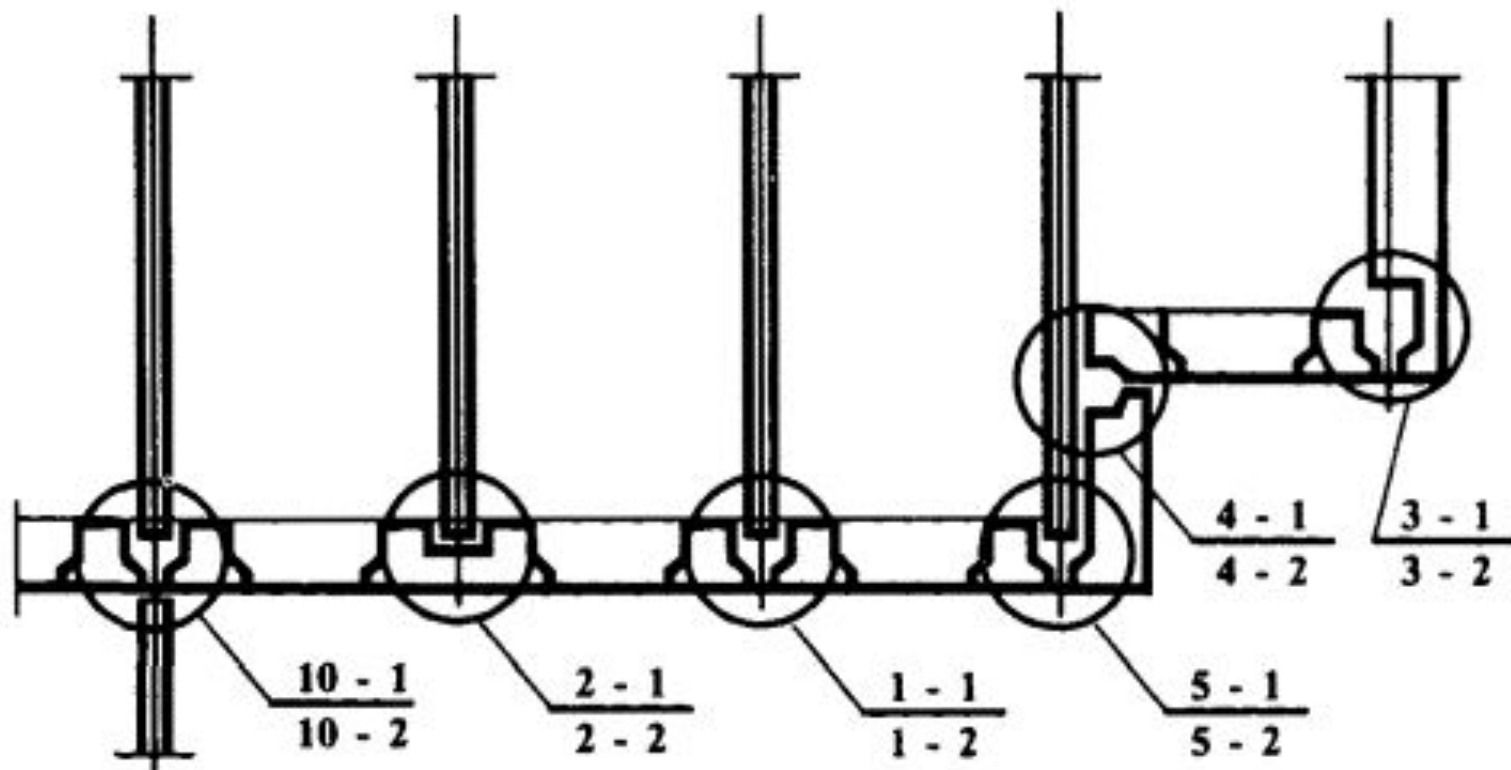


6ц

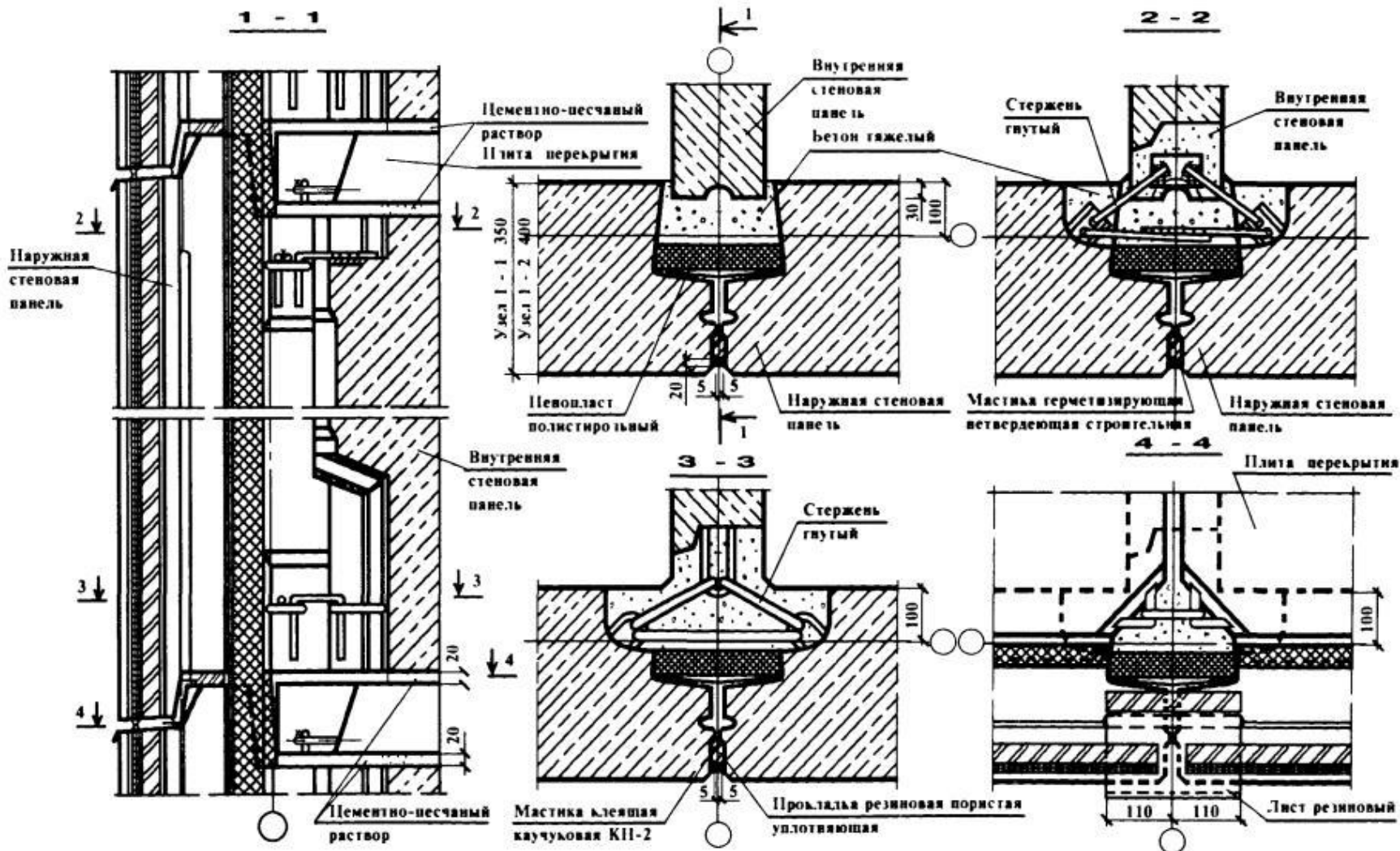




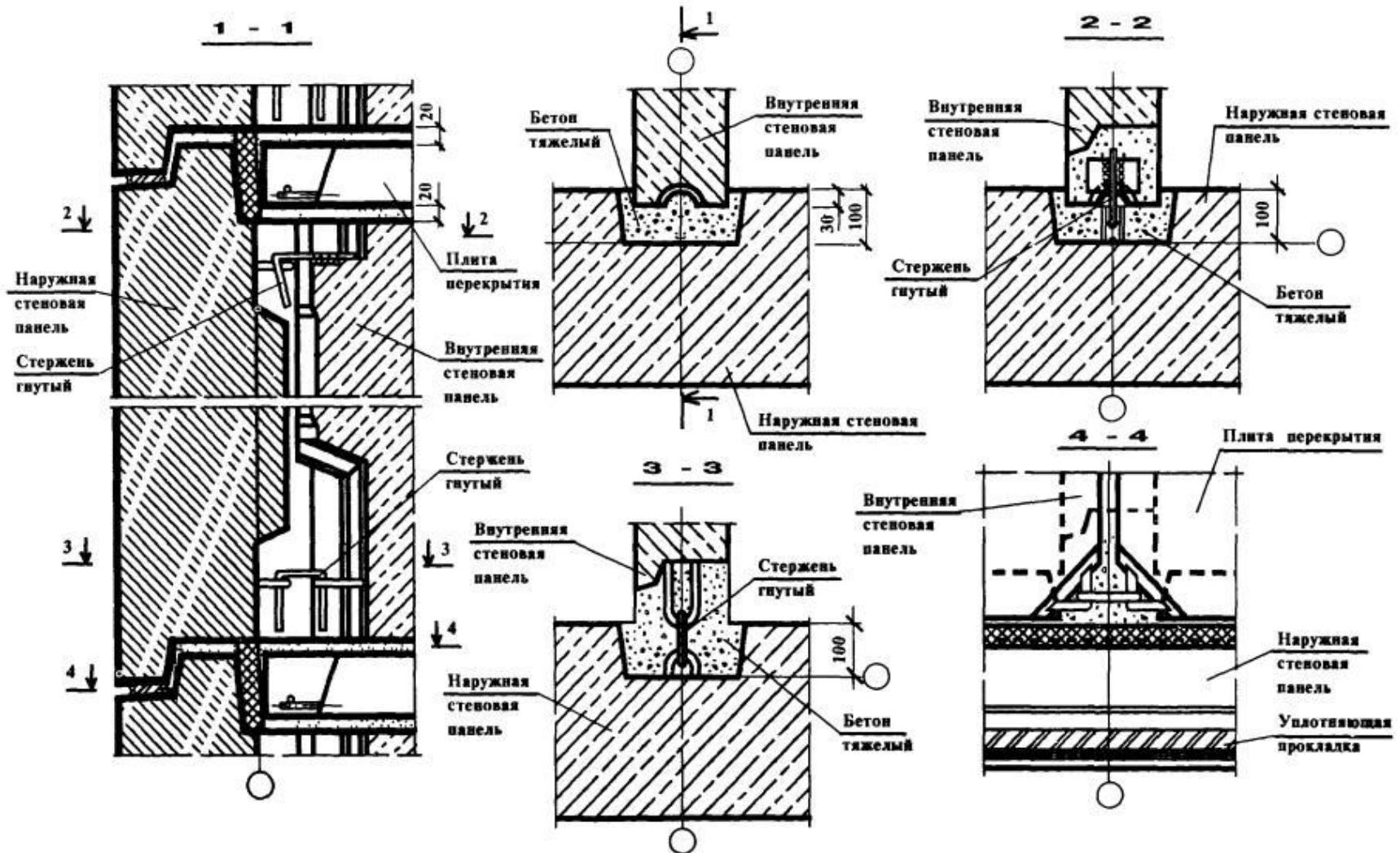
# Схема размещения узлов



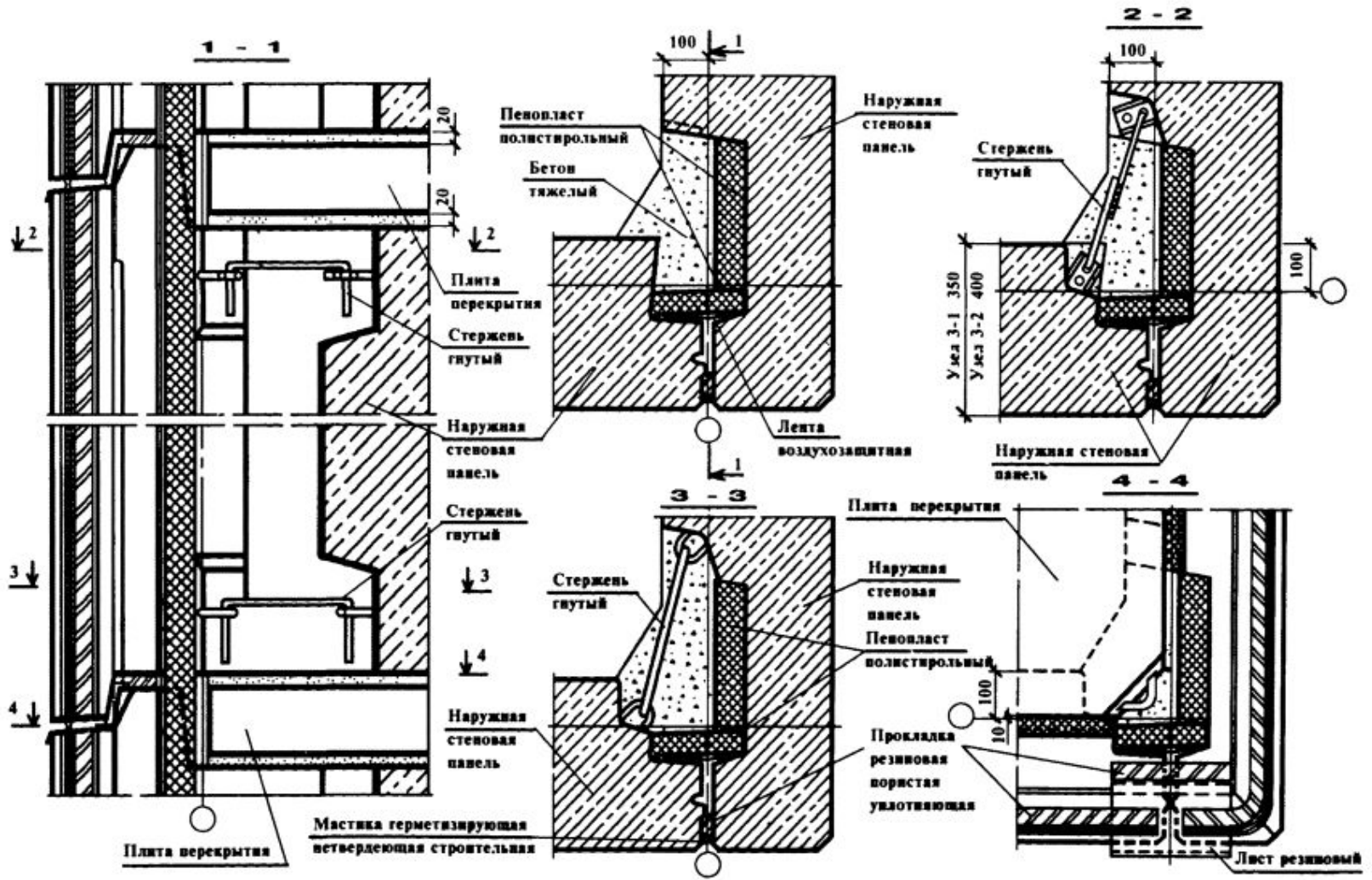
# Узлы 1-1; 1-2



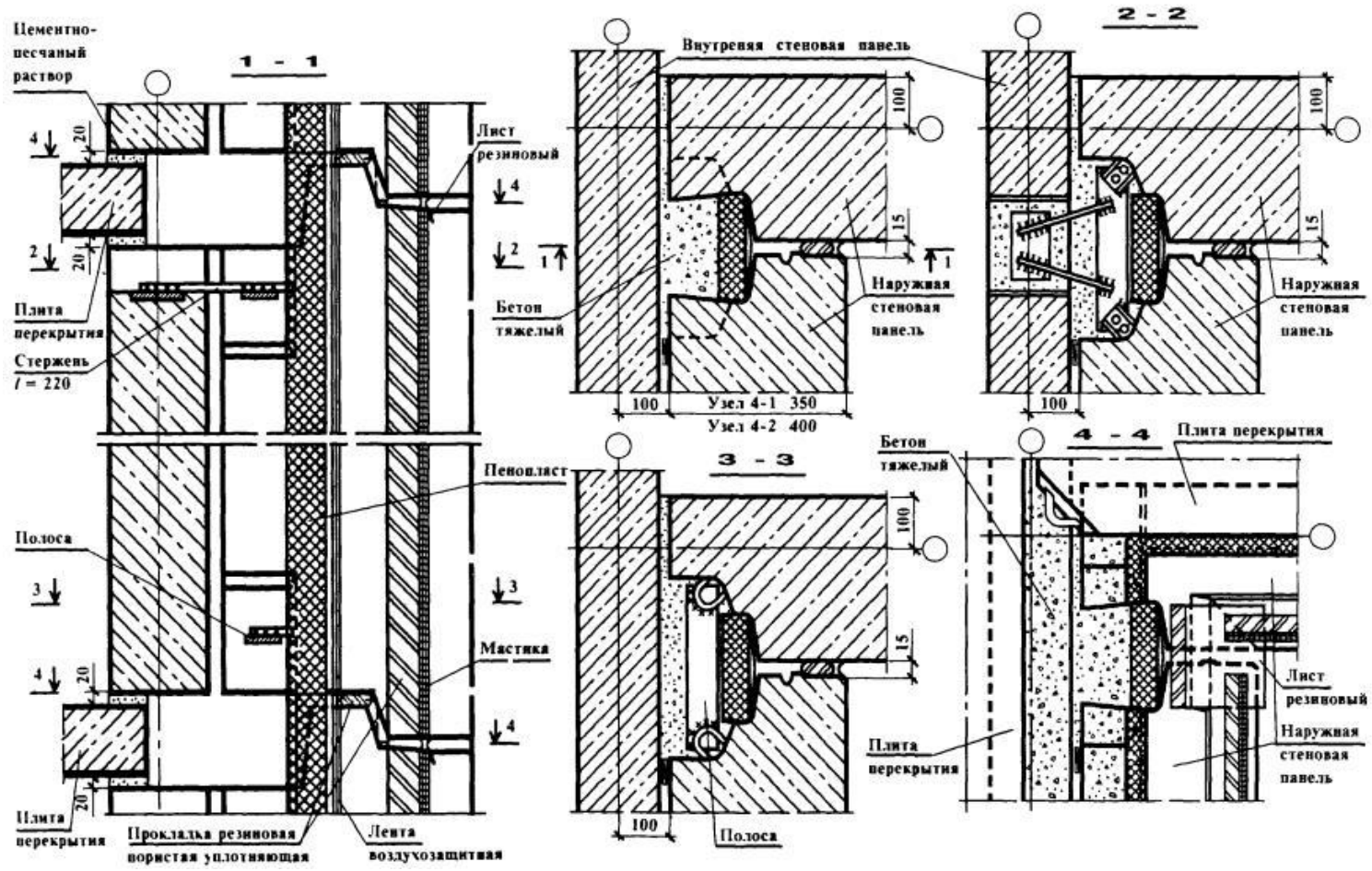
# Узлы 2-1; 2-2



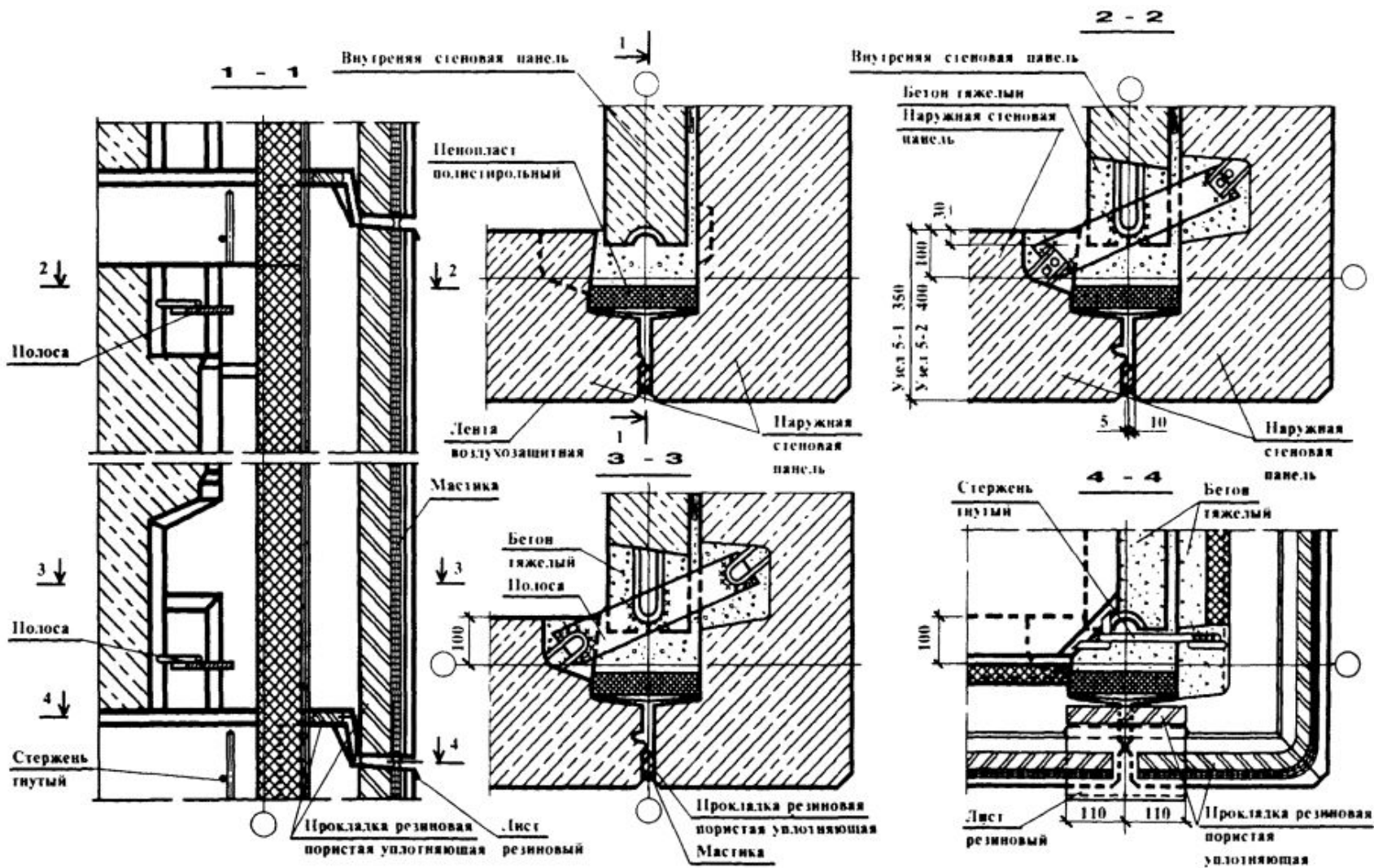
# Узлы 3-1; 3-2



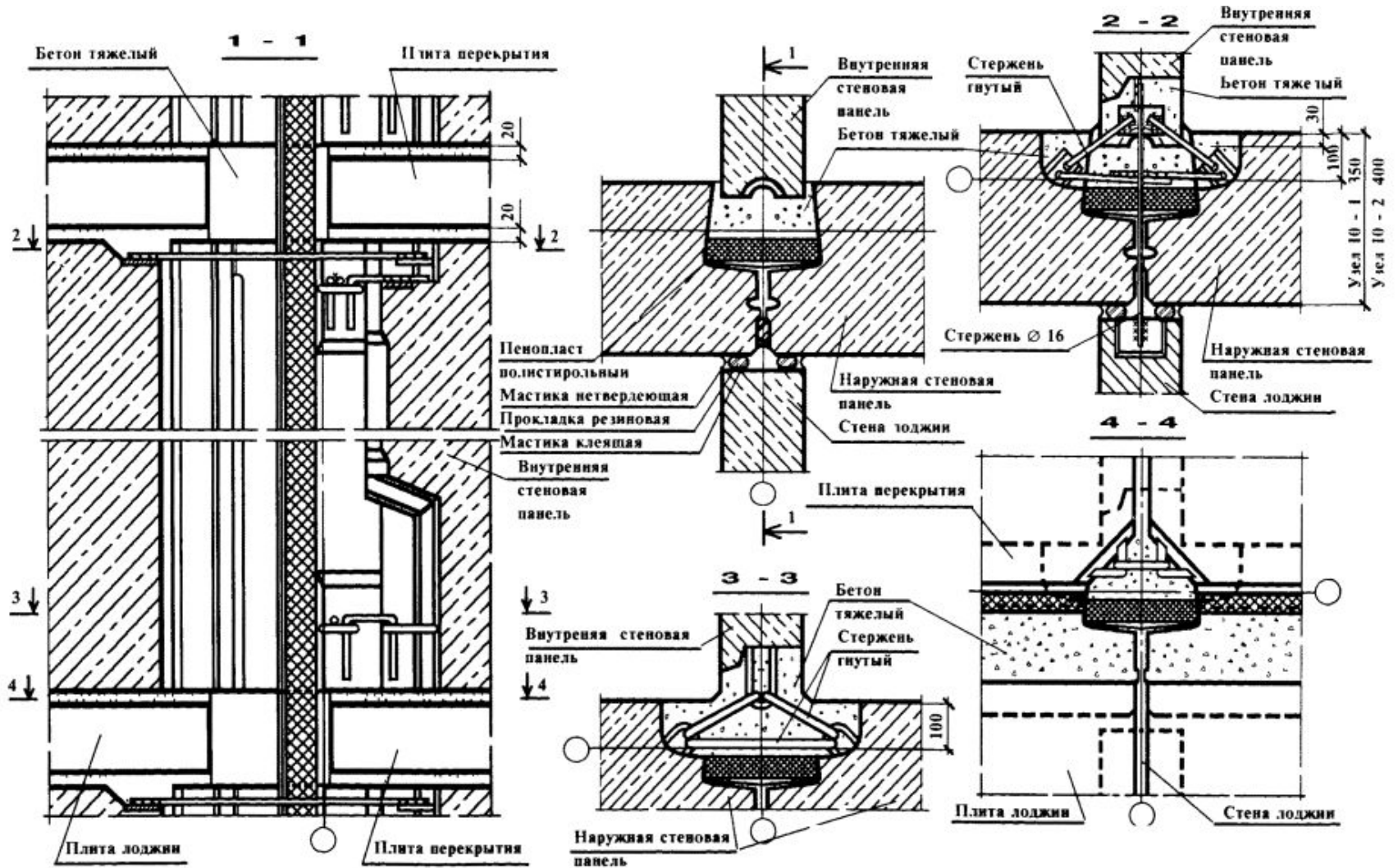
# Узлы 4-1; 4-2



# Узлы 5-1; 5-2



# Узлы 10-1; 10-2



Наружная стеновая панель

Цементно-песчаный раствор

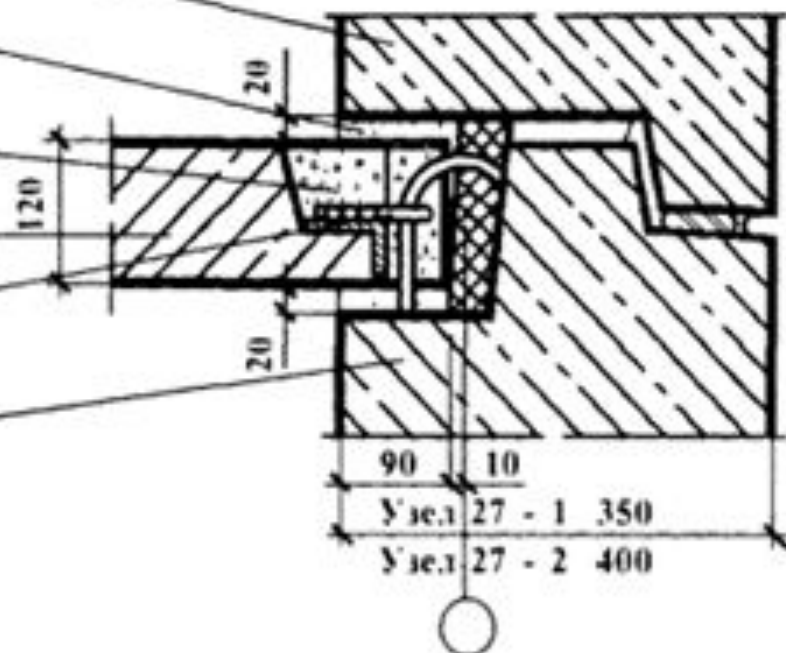
Бетон тяжелый

Плита перекрытия

Стержень гнутый

Наружная стеновая панель

1 - 1





Наружная стеновая панель

Внутренняя стеновая панель

Цементно-песчаный раствор

Бетон тяжелый

Плита перекрытия

Стержень гнутый

Внутренняя стеновая панель

Наружная стеновая панель

1 - 1

120

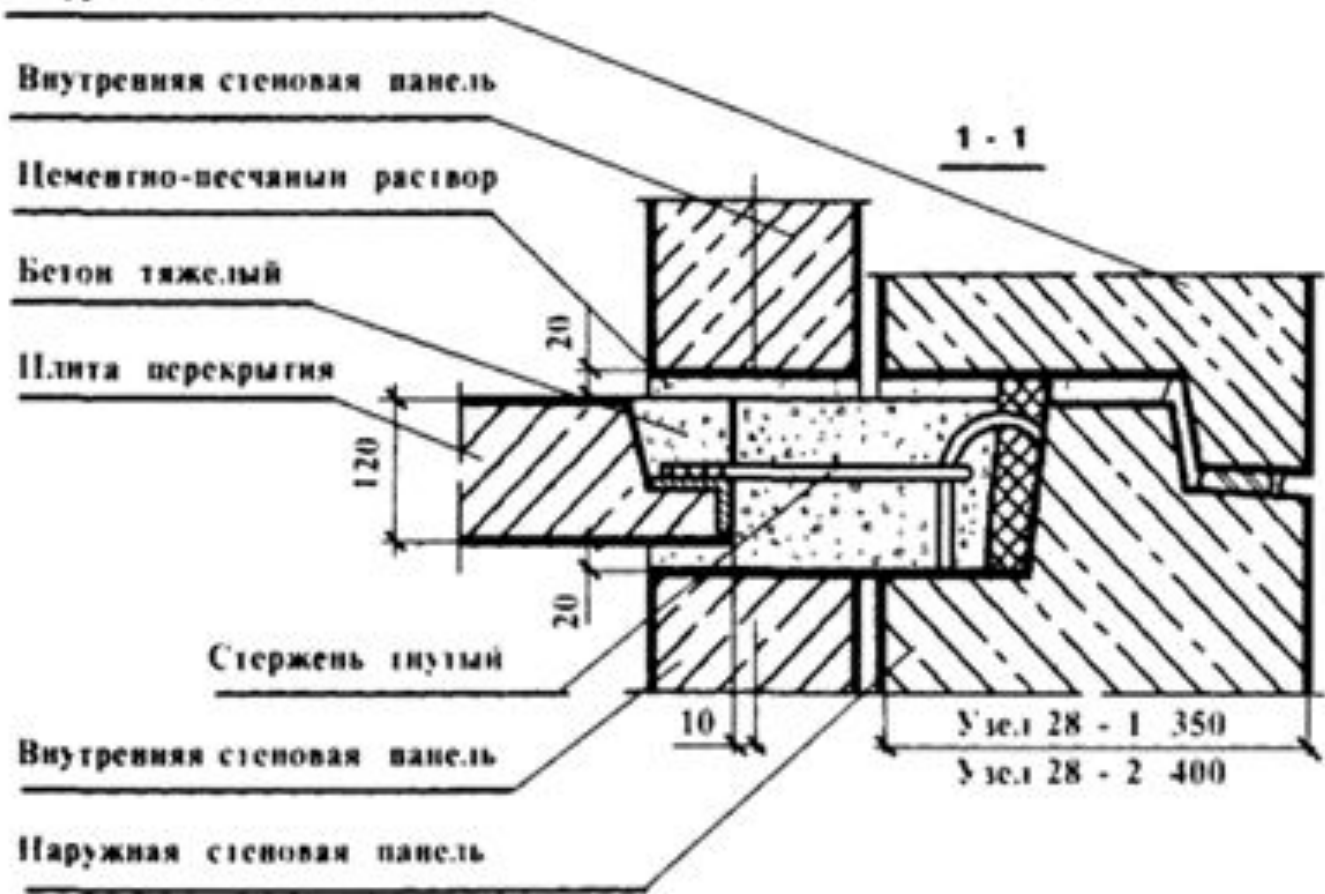
20

20

10

Узел 28 - 1 350

Узел 28 - 2 400





# **Двухслойные панели**

# Типовые серии

- 1.832.1-18.93- СТЕНОВЫЕ ДВУХСЛОЙНЫЕ ПАНЕЛИ.
- ГОСТ 11024-84 Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия.

# Конструктивное решение

- Панели выполняются из двух слоев. Первый слой -тяжелый (легкий конструкционный) бетон, второй - конструкционно-тепло-изоляционный легкий бетон (керамзитобетон, пенобетон)
- Толщина панелей – 200, 250,300 и 400 мм
- Наружный фактурный слой из цементного раствора -20 мм
- Внутренний отделочный слой толщиной 15 мм

# **Трехслойные панели**

# Типовые серии

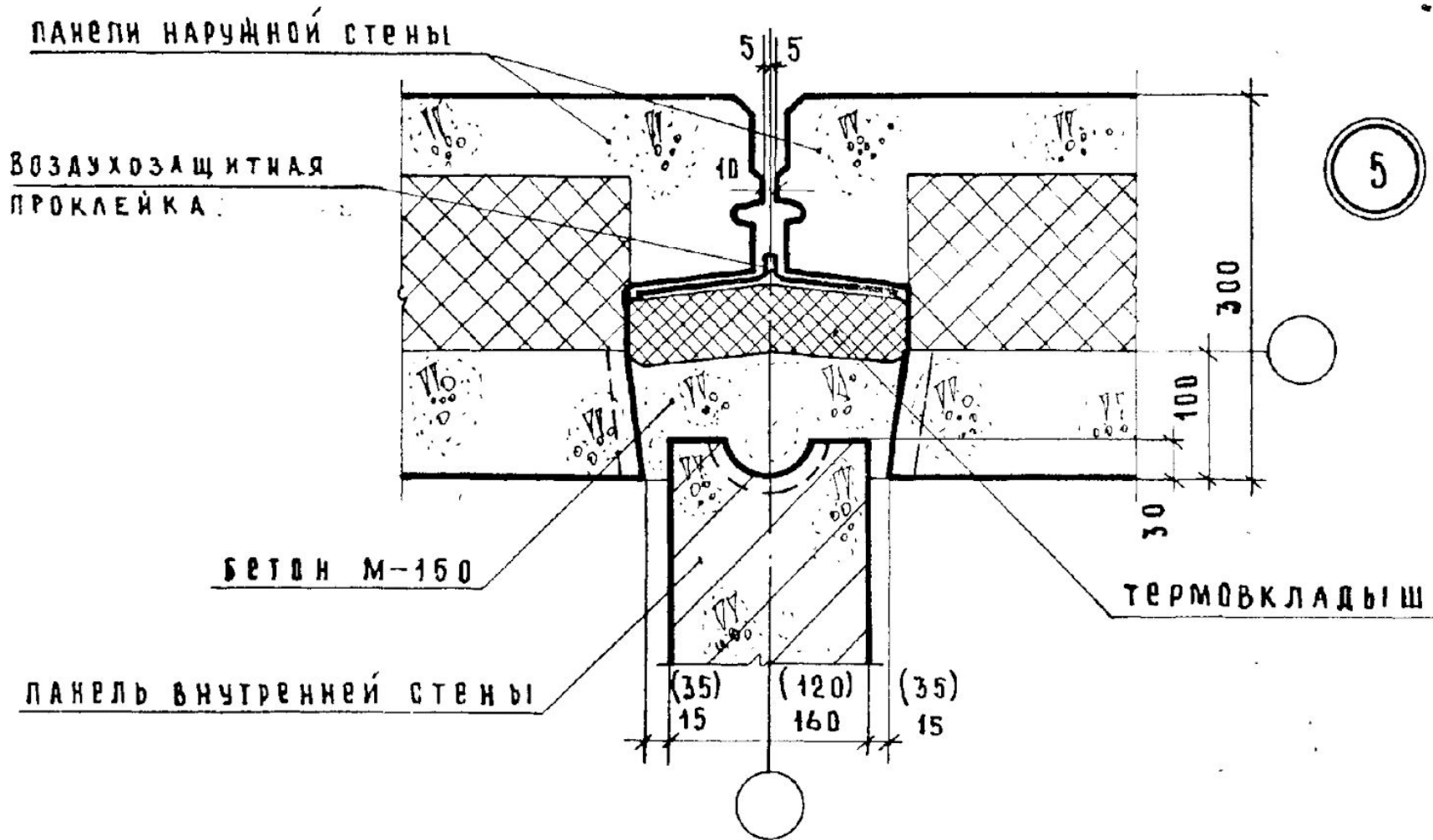
- 2.130-1.вып.15. Детали стен и перегородок жилых зданий. Наружные несущие стены трехслойной конструкции.
- 1.131.1-21.98
- 1.100.1-7. вып 2-4. Трехслойные легкобетонные толщиной 350 мм.
- 1.100.1-7. вып 2-5. Трехслойные легкобетонные толщиной 350 мм.
- 1.100.1-7. вып 2-8. Трехслойные из тяжелого бетона толщиной 400 мм.

# Трехслойные панели

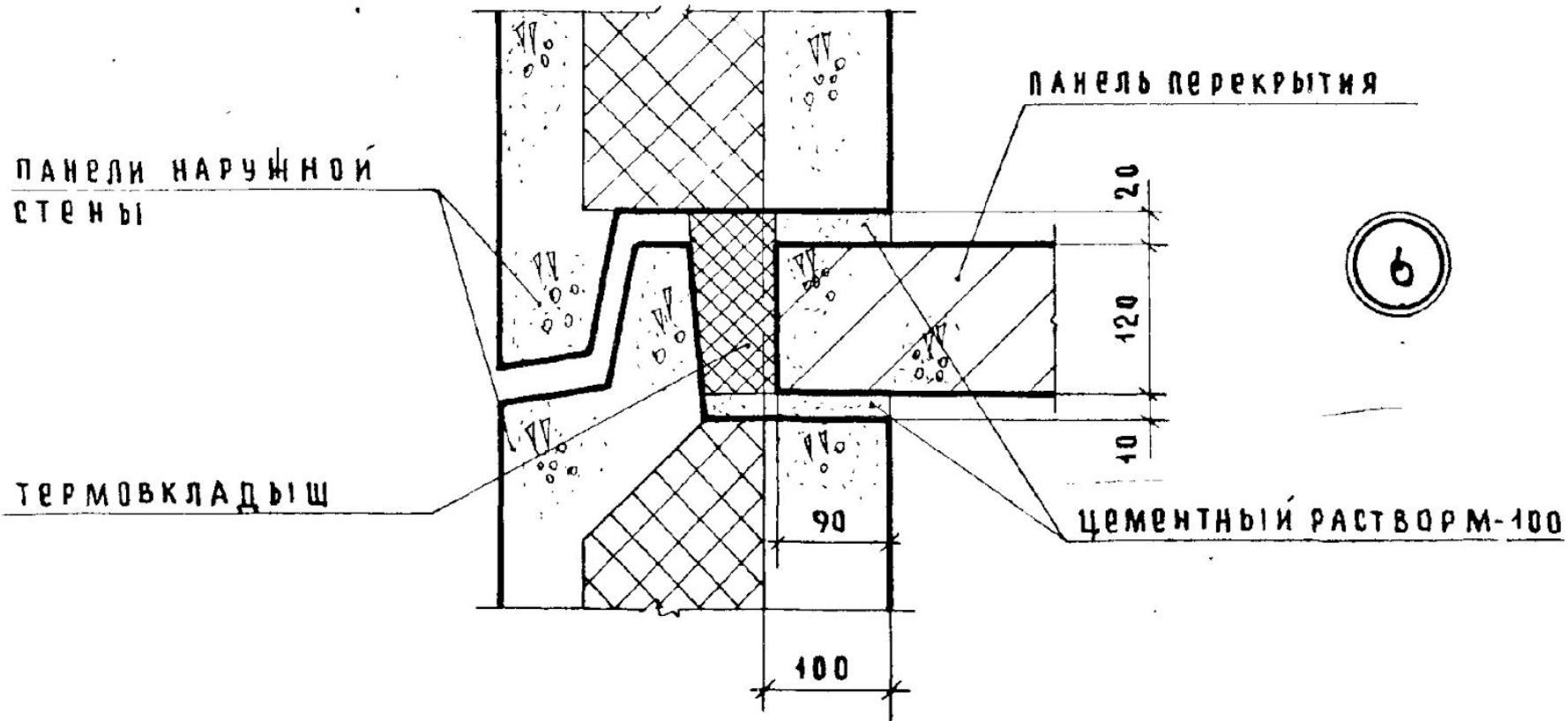
- Панели состоят из двух внешних (внутреннего и наружного) бетонных армированных слоев и среднего утепляющего слоя из плит утеплителя. Соединяются бетонные слои между собой гибкими или жесткими дискретными связями.
- Внутренний бетонный слой панелей — несущий (100мм), наружный — навесной, выполняющий только функции ограждающих конструкции (80, 100, 120, 160мм).



# ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТЫК



# ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СТЫК

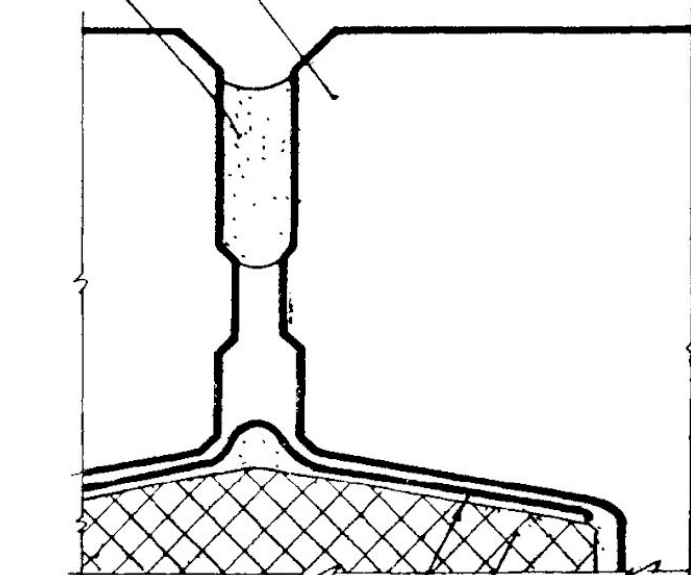


# Герметизируемые стыки

## ВЕРТИКАЛЬНЫЙ

ЗАЧЕКАНИТЬ ЦЕМЕНТНЫМ  
РАСТВОРОМ М 100

ЦОКОЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ  
НАРУЖНОЙ СТЕНЫ



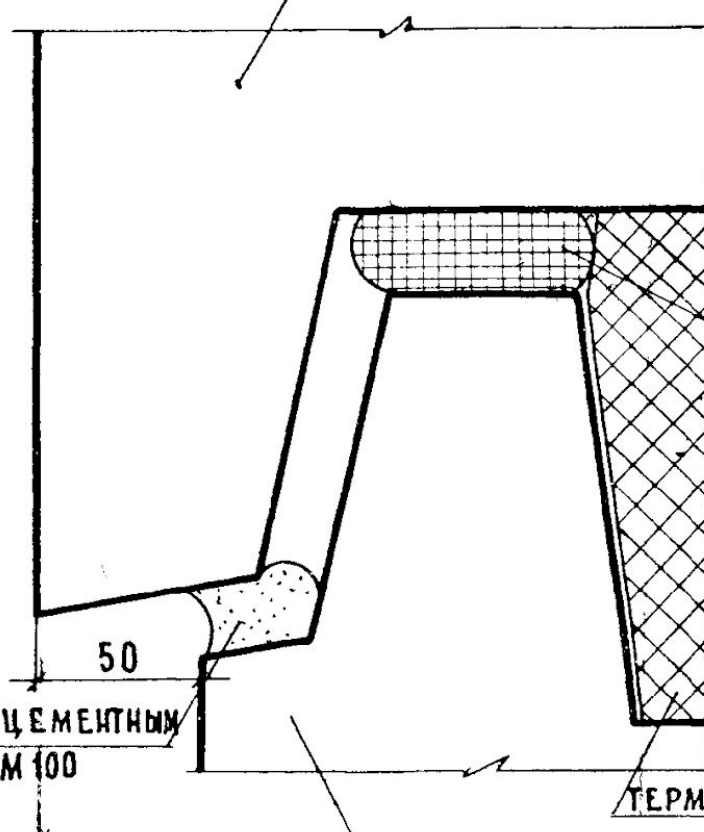
Воздухозащитная  
прокладка  
Термовкладыш

ЗАЧЕКАНИТЬ ЦЕМЕНТНЫМ  
РАСТВОРОМ М 100

с (1ц) по (4ц)

## ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ

ПАНЕЛЬ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ



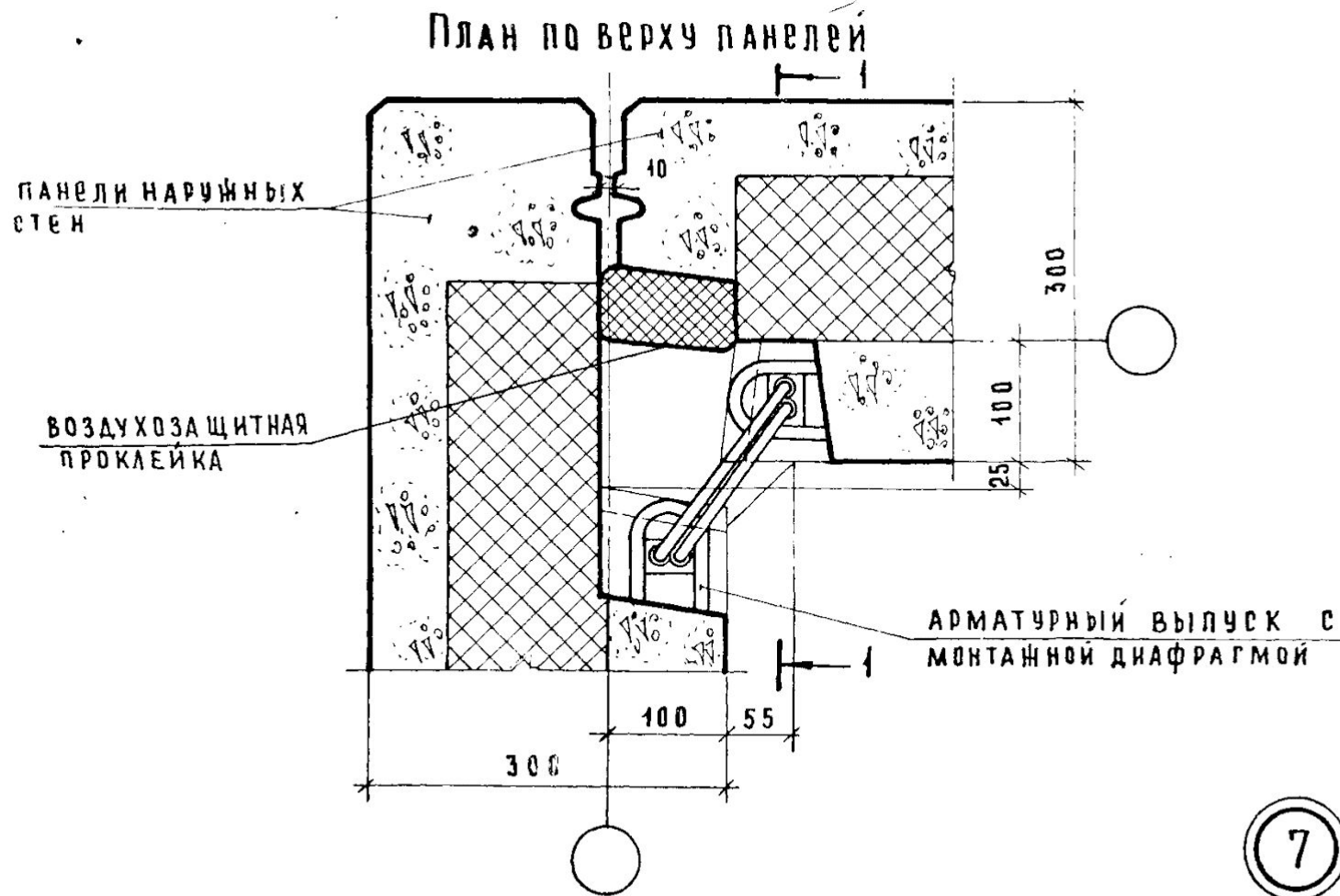
УПРУГАЯ  
ПРОКЛАДКА

50

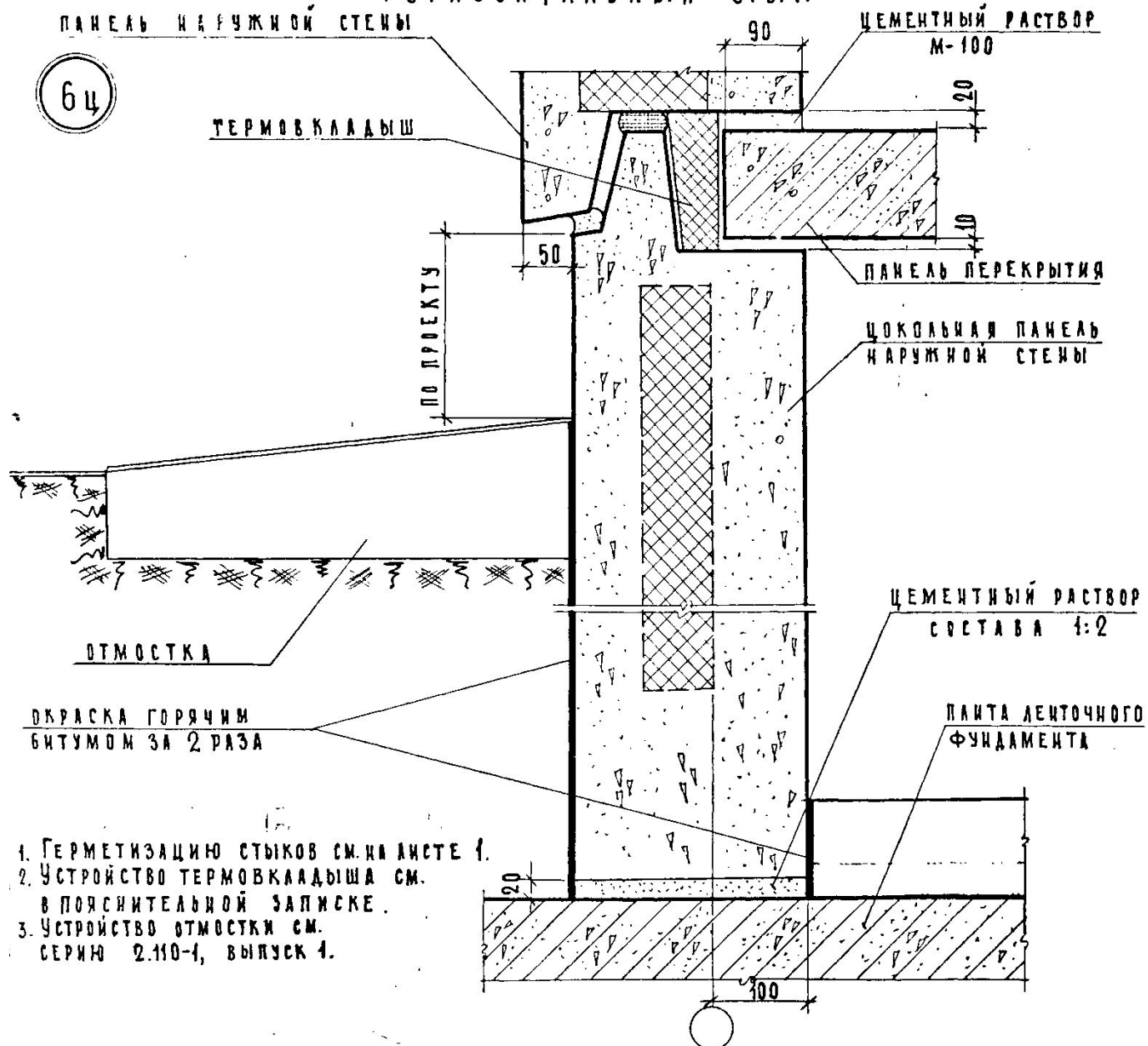
Термовкладыш

ЦОКОЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ  
НАРУЖНОЙ СТЕНЫ

# УГЛОВОЙ СТЫК

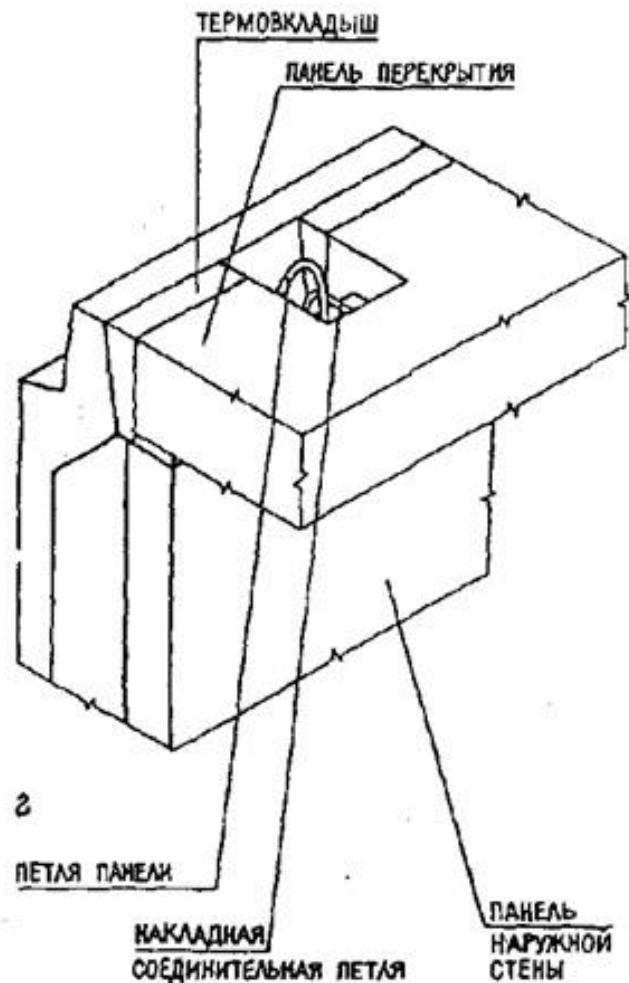
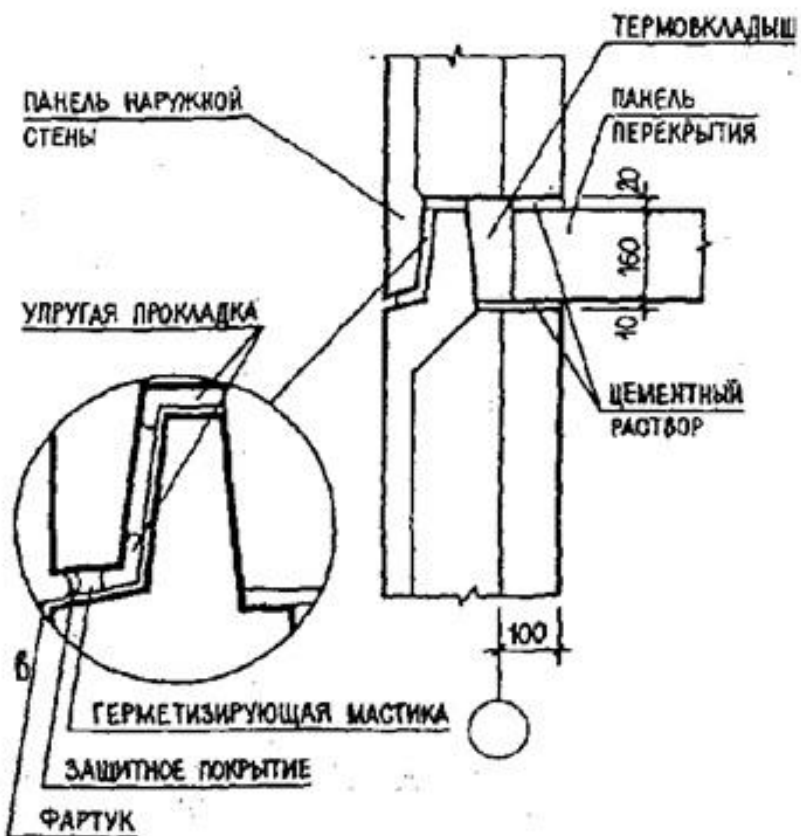


# ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ СТЫК

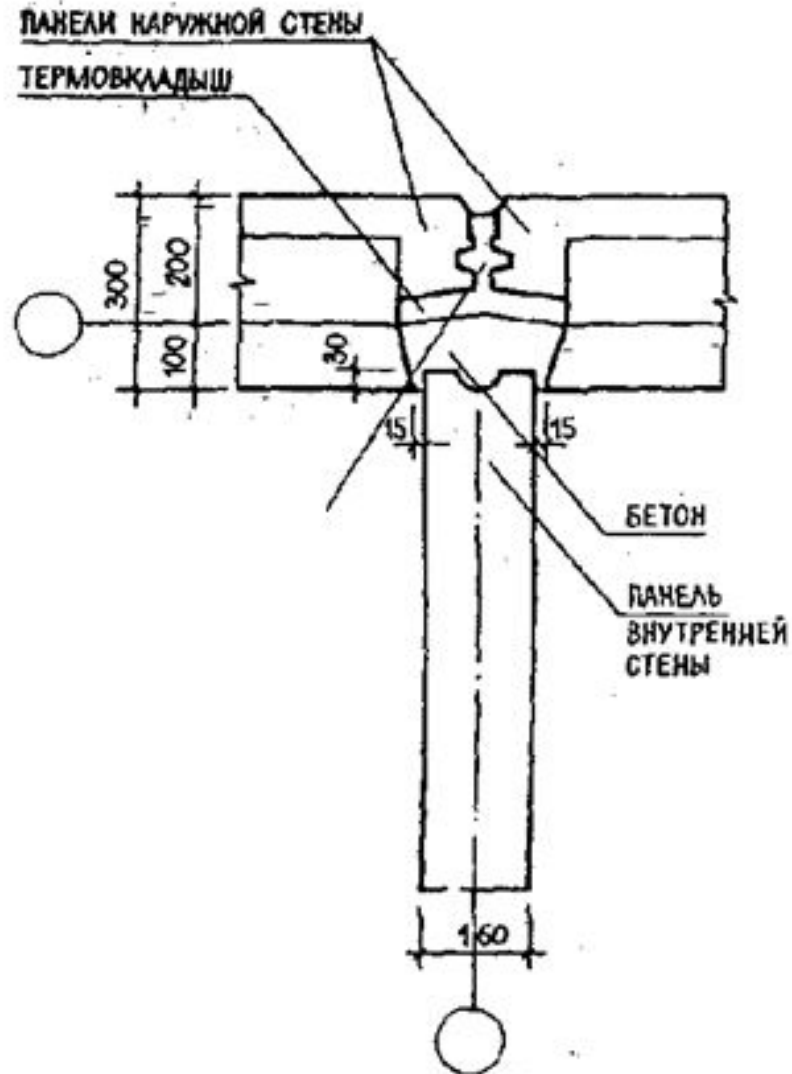


# СТЫКИ 3-Х СЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПАНЕЛЕЙ НАРУЖНЫХ СТЕН

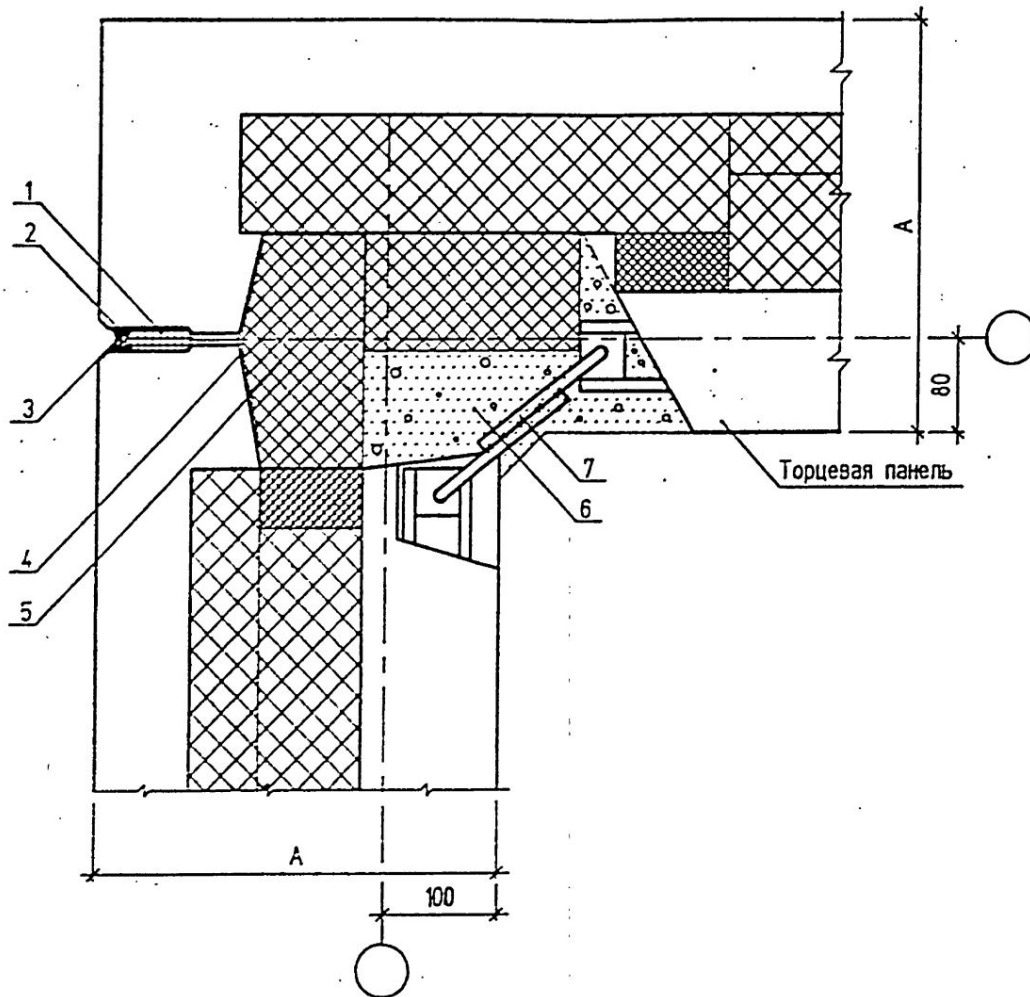
*в – горизонтальный стык; г – крепление панели перекрытия к наружной стене*



# Стык вертикальный (толщина 300мм)



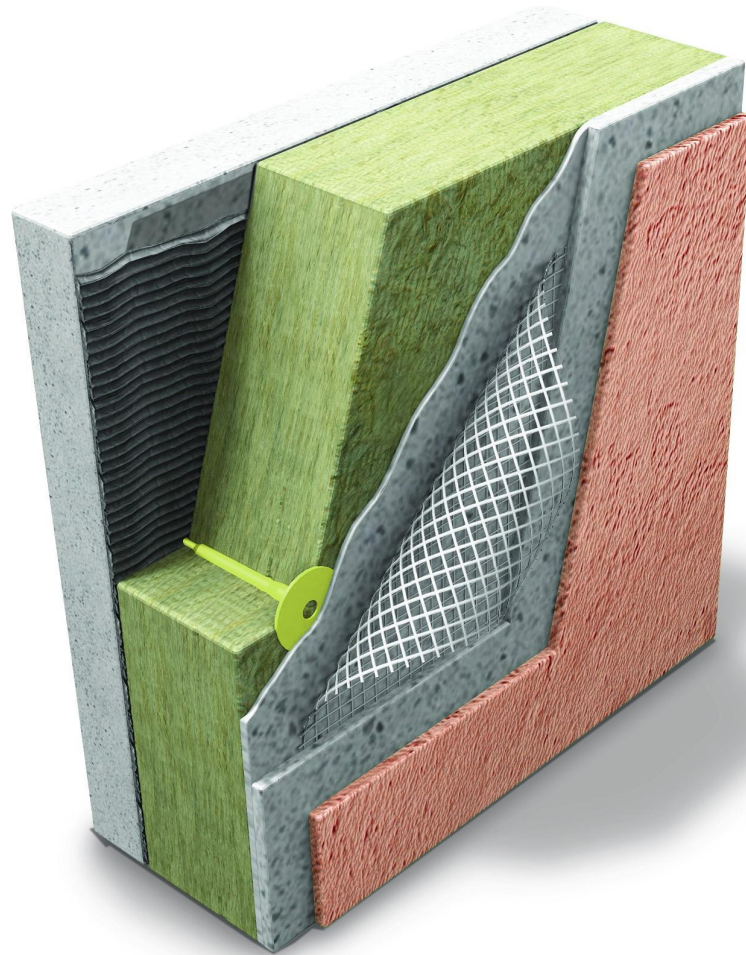
# Угловой стык верхний

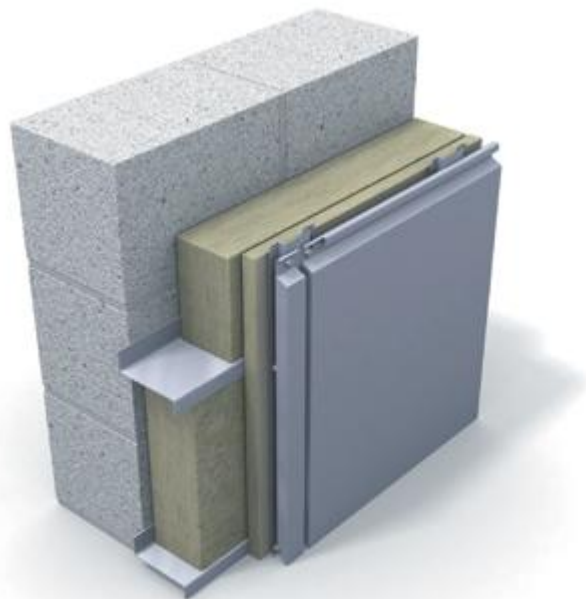
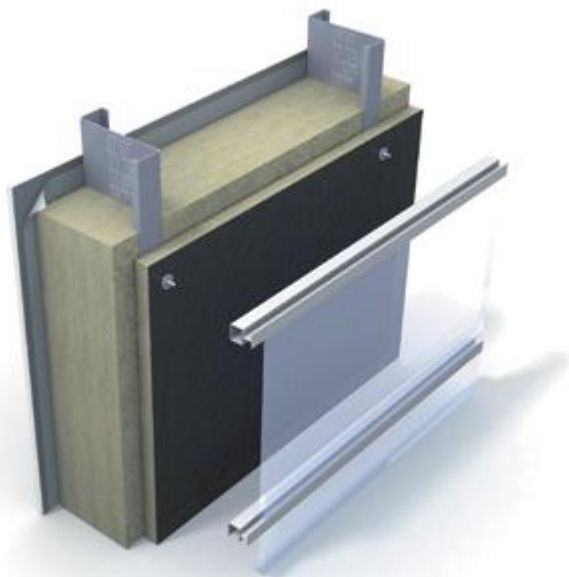


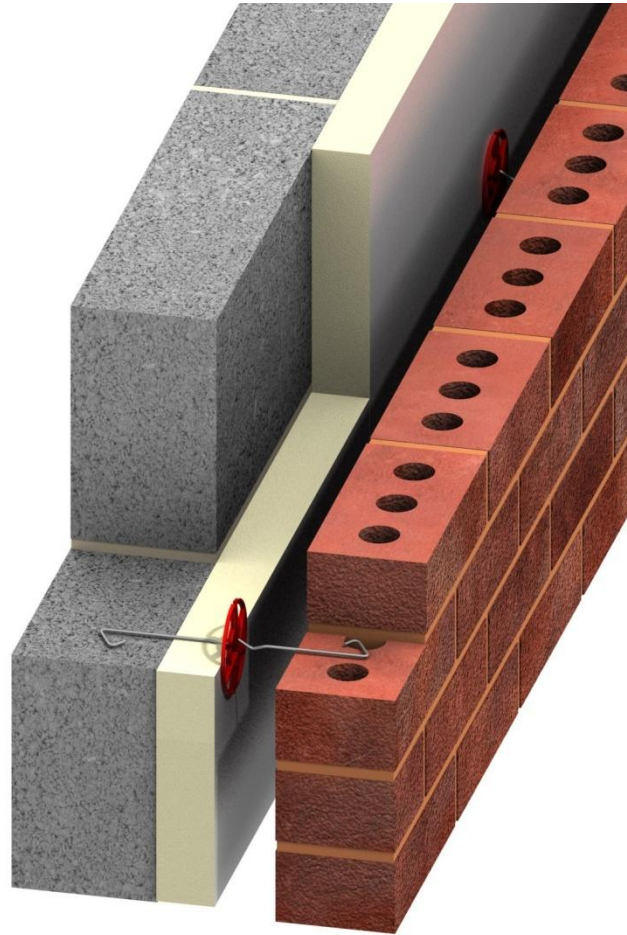
- 1 - Упругая прокладка
- 2 - Нетвердеющая мастика
- 3 - Полимерцементный состав
- 4 - Оклеечная воздухоизоляция
- 5 - Утепляющий пакет
- 6 - Бетон класса не ниже В 75
- 7 - Полускоба диаметром 12 мм из стали класса А-1



# **Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций**







# Этапы выполнения расчета

- 1. Составить исходные данные для расчета;
- 2. Оценить сопротивление теплопередаче и соответствие нормативным требованиям наружной конструкций стен;

# Исходные данные

1. район строительства;
2. расчетная температура наружного воздуха;
3. температура воздуха внутри здания;
4. относительная влажность внутри здания;

# Обязательные условия для выполнения теплотехнического расчета наружной ограждающей конструкции

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}$$

$$\Delta t_{np} \leq \Delta t_{ce}$$

$$\tau_{e \min} > t_{\min}$$

# Сопротивление теплопередаче наружной стены

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \quad \text{20 /}$$

$\alpha_B$  и  $\alpha_H$  - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> · К)

$\delta_i$  - толщина i-го слоя, м

$\lambda_i$  - расчетный коэффициент теплопроводности материала i-го слоя, Вт/(мК)



# Температура внутренней поверхности стены

$$t_{вн} = t_{в} - \left( \frac{t_{в} - t_{н}}{R_{пр} \alpha_{в}} \right), \text{ } ^{\circ}$$

$\alpha_{в}$  и  $\alpha_{н}$  - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> · К)

$\delta_i$  - толщина i-го слоя, м

$\lambda_i$  - расчетный коэффициент теплопроводности материала i-го слоя, Вт/(мК)

Температурный перепад между температурой воздуха внутри помещения и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

$$\Delta t_{np} = t_{в} - t_{вн} < t_{сг}, ^{\circ}$$

$\alpha_{в}$  и  $\alpha_{н}$  - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> · К)

$\delta_i$  - толщина i-го слоя, м

$\lambda_i$  - расчетный коэффициент теплопроводности материала i-го слоя, Вт/(мК)

## Пример №1

### Теплотехнический расчет однослойной панели

#### **Исходные данные:**

Город Ильичевск - III температурная зона.

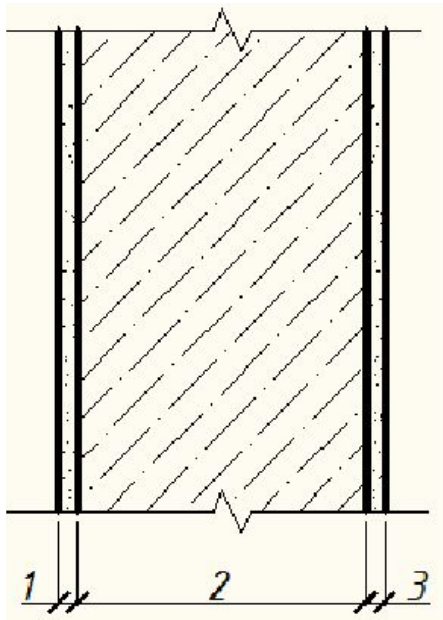
*Расчетная схема стены:*

1. цементно песчаный раствор,  $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$ ;
2. керамзитобетонная панель,  $\rho =1000 \text{ кг/м}^3$ ;
3. цементно песчаный раствор,  $\rho =1800 \text{ кг/м}^3$ ;

*Расчетные параметры:*

- расчетная температура наружного воздуха  $18^\circ \text{ C}$
- температура внутри помещения  $20^\circ \text{ C}$ ;
- относительная влажность внутри помещения  $\phi=55\%$ .

# 1. Сопротивление теплопередаче наружной стены



№ слоя	Наименование материала	$\delta, м$	$\rho_0, кг / м^3$	$\lambda, Вт / м^{\circ}С$
1	цементно песчаный раствор	0,02	1600	0,81
2	керамзитобетонная панель	0,35	1000	0,41
3	цементно песчаный раствор	0,015	1600	0,81

$$R_{\Sigma np} C = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,35}{0,41} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{23} = 1,055 \quad ^{\circ} /$$

$$R_{\Sigma np} C = 1,055 < R_{\min} = 2,2 \quad ^{\circ} /$$

Условие не выполняется =(

Конструкция стены не отвечает нормативным требованиям.

Принимаю плиты из пенополистирола со следующими показателями:

$\rho=25 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda=0,053 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$

Необходимую толщину утеплителя определяю по формуле:

$$\begin{aligned} \delta_{ym} &= \left( R_{\min} - \frac{1}{\alpha_B} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{\text{и}}} - \frac{1}{\alpha} \right) \cdot \lambda_{ym} = \\ &= \left( 2,2 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{0,35}{0,41} - \frac{0,015}{0,81} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,053 = 0,061 \text{ м} \end{aligned}$$

Принимаем толщину утеплителя, кратную  $1/10 \text{ м} = 7 \text{ см}$ .

$$R_{\Sigma np} C = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{\text{и}}} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,35}{0,41} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{23} + \frac{0,07}{0,053} = 2,38 \quad \text{2}^\circ /$$

$$R_{\Sigma np} C = 2,38 > R_{\min} = 2,2 \quad \text{2}^\circ /$$

**Условие выполняется! =)**

Температура наружной поверхности ограждающей конструкции

$$\tau_{en} = t_e - \left( \frac{t_e - t_n}{R_{\Sigma np} \alpha_e} \right) = 20 - \left( \frac{20 - (-18)}{2,38 \cdot 8,7} \right) = 18,64 \text{ } ^\circ$$

## 2. Температурный перепад

$$\Delta t_{np} = t_e - \tau_{en} < t_{cz}, \text{ } ^\circ$$

$$\Delta t_{np} = 20 - 18,64 = 1,36 < t_{cz} = 4 \text{ } ^\circ$$

## 3. Температура внутренней поверхности должна быть не ниже точки росы.

Так как, расчетная температура внутренней поверхности наружной стены превышает минимально допустимую, возникновение конденсата невозможно.

$t_{in} = 10,7 \text{ } ^\circ$   
 $\tau_{en} = 18,64 \text{ } ^\circ \text{C}$